



(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 12 月 5 日 (05.12.2002)

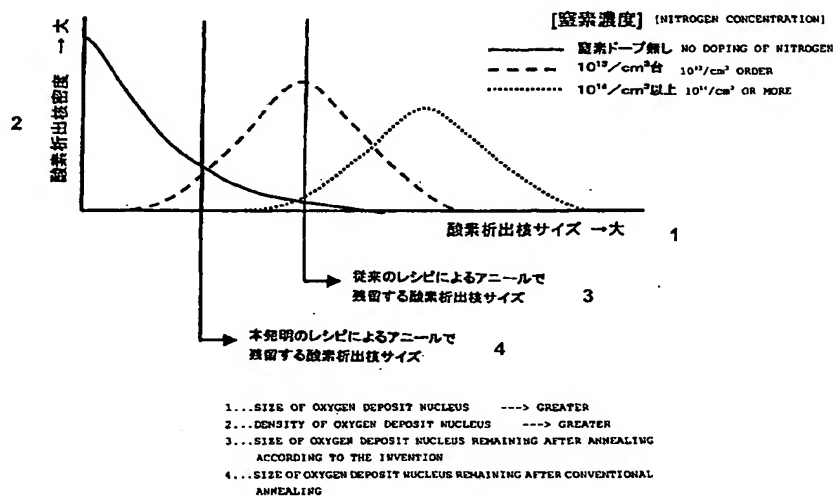
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/097875 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 21/322 部 2 丁目 1 3 番 1 号 信越半導体株式会社 磯部工場内 Gunma (JP). 玉塚 正郎 (TAMATSUKA, Masaro) [JP/JP]; 〒379-0196 群馬県 安中市 磯部 2 丁目 1 3 番 1 号 信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内 Gunma (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/04940
- (22) 国際出願日: 2002 年 5 月 22 日 (22.05.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 好宮 幹夫 (YOSHIMIYA, Mikio); 〒111-0041 東京都 台東区 元浅草 2 丁目 6 番 4 号 上野三生ビル 4 F Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2001-158516 2001 年 5 月 28 日 (28.05.2001) JP (81) 指定国 (国内): CN, KR, SG, US.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都 千代田区 丸の内 1 丁目 4 番 2 号 Tokyo (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 飯田 誠 (IIDA, Makoto) [JP/JP]; 〒379-0196 群馬県 安中市 磯部 2 丁目 1 3 番 1 号 信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内 Gunma (JP). 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: METHOD FOR PREPARING NITROGEN-DOPED AND ANNEALED WAFER AND NITROGEN-DOPED AND ANNEALED WAFER

(54) 発明の名称: 窒素ドーパニールウエーハの製造方法及び窒素ドーパニールウエーハ



(57) Abstract: A method for preparing a nitrogen-doped and annealed wafer, wherein a wafer having been sliced from a silicon single crystal doped with nitrogen and at least polished is subjected, before it is heat-treated at a high temperature of 1100 to 1350°C in an atmosphere of argon, hydrogen or a mixture thereof, to a step of the residence at a temperature

[続葉有]



lower than that for the above high temperature heat treatment, to thereby grow an oxygen deposit nucleus having such a size that the deposit nucleus disappears during the high temperature heat treatment to a deposit having a size such that it remains after the high temperature heat treatment, and thereafter the wafer is subjected to the high temperature heat treatment. The method allows the BMD density of a silicon single crystal wafer not to be affected by the concentration of nitrogen incorporated by doping into a silicon single crystal, which leads to the preparation of nitrogen-doped and annealed wafers sliced from various portions of a silicon single crystal which are reduced in the variation in the BMD density after annealing.

(57) 要約:

本発明は、窒素ドーブしたシリコン単結晶からスライスされ、少なくとも研磨されたウェーハに、アルゴン、水素またはこれらの混合ガス雰囲気中で1100～1350℃の高温熱処理を施す前に、前記高温熱処理の処理温度未満の温度で滞留させる工程を行なうことにより、前記高温熱処理では消滅するサイズの酸素析出核を前記高温熱処理では消滅しないサイズに成長させ、その後前記高温熱処理を行う窒素ドーブアニールウェーハの製造方法である。これにより、シリコン単結晶にドーブされた窒素濃度に影響されることなく、シリコン単結晶の各部位からスライスされたシリコン単結晶ウェーハにおけるアニール後のBMD密度のばらつきが緩和された窒素ドーブアニールウェーハ及びその製造方法が提供される。

## 明 細 書

## 窒素ドーパアニールウエーハの製造方法及び

## 窒素ドーパアニールウエーハ

5

## 技術分野

本発明は、窒素をドーパしたシリコン単結晶を用いた窒素ドーパアニールウエーハの製造方法に関する。

## 10 背景技術

近年、デバイスプロセスの高集積化・微細化及びプロセス温度の低温下が促進されており、シリコンウエーハに対して、表層のデバイス活性領域の完全性と、バルク中における酸素析出物（核）からなる内部微小欠陥（BMD）の増加等による金属などの不純物を捕獲するゲッターリング能力の向上が求められている。

15 これらの要求に対し、様々なアプローチが試みられている。例えば、チョクラルスキー法（CZ法）によってシリコン単結晶を育成する際に、窒素をドーパすることが行われており、それによって、grown-in欠陥の成長が抑制されまた酸素析出が促進されたシリコン単結晶インゴットを製造することができる。そして、この窒素をドーパしたシリコン単結晶からスライスされ、研磨された鏡  
20 面ウエーハに対してアルゴンガスや水素ガスなどを用いて高温（1100～1350℃）で長時間熱処理を施す高温アニールを行うことにより、表層の完全性とバルク中の酸素析出核密度増加の両方を実現させたウエーハ（アニールウエーハ）を製造することができる。

CZ法により窒素をドーパしたシリコン単結晶を育成する場合、窒素はシリ  
25 ン融液中より偏析しながら結晶に取り込まれるが、このとき、窒素の偏析係数は0.0007と極めて小さいため、単結晶インゴット中の窒素濃度は肩部近傍では低く、尾部近傍では高く、その窒素濃度比は3～7倍程度である。そのため、結晶中に存在する酸素析出核のサイズにもスライスされる単結晶部位でばらつきが発生し、低窒素濃度であるインゴット肩部近傍からスライスされたウエーハで

は酸素析出核のサイズが小さく、また高窒素濃度の尾部近傍では比較的サイズの大きい酸素析出核を有している。

また、前記アルゴンアニールのような高温熱処理を鏡面ウエーハに施す場合、比較的サイズの大きい酸素析出核は熱処理後も残存するが、一方サイズの小さい酸素析出核は溶解する。そのため、窒素をドーブした一本のシリコン単結晶インゴットからスライスされた各結晶部位のアニールウエーハのBMD密度を比較すると、スライスされる単結晶インゴット位置でばらつきがある状態となっていた。

このように、窒素ドーブアニールウエーハのBMD密度にばらつきが存在していると、ウエーハのゲッタリング能力にも差を生じさせることになり、結果的にデバイスの歩留り、生産性を低下させる原因の一つになっていた。

#### 発明の開示

本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、シリコン単結晶にドーブされた窒素濃度に影響されることなく、シリコン単結晶の各部位からスライスされたシリコン単結晶ウエーハにおけるアニール後のBMD密度のばらつきが緩和された窒素ドーブアニールウエーハ及びその製造方法を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明によれば、窒素ドーブアニールウエーハの製造方法であって、少なくとも窒素ドーブしたシリコン単結晶からスライスされ、研磨されたウエーハに、アルゴン、水素またはこれらの混合ガス雰囲気中で1100～1350℃の高温熱処理を施す前に、前記高温熱処理の処理温度未満の温度で滞留させる工程を行なうことにより、前記高温熱処理では消滅するサイズの酸素析出核を前記高温熱処理では消滅しないサイズに成長させ、その後前記高温熱処理を行うことを特徴とする窒素ドーブアニールウエーハの製造方法が提供される。

このように、窒素ドーブしたシリコン単結晶ウエーハに対して、高温熱処理を施す前にその処理温度未満の温度で滞留させる工程を行なうことによって、前記高温熱処理では消滅するサイズの酸素析出核を前記高温熱処理では消滅しないサ

イズに成長させることができ、その後前記高温熱処理を行うことによって、スライスされる単結晶インゴットの部位によらず、一様なBMD密度を有する窒素ドーパアニールウェーハを製造することができる。

5 高温熱処理の温度範囲を1100～1350℃としているのは、1100℃未満ではウェーハ表面近傍の欠陥を十分に消滅することができない一方、1350℃を超える温度では熱処理による金属汚染や炉の耐久性の問題が発生するからである。

尚、高温熱処理で消滅するサイズまたは消滅しないサイズとは、その高温熱処理条件（温度、時間）によって定まるものである。

10 この場合、前記高温熱処理の処理温度未満の温度で滞留させる工程を、前記高温熱処理の処理温度へ昇温する過程で行なうことが好ましい。

このように、前記高温熱処理の処理温度未満の温度で滞留させる工程を、前記高温熱処理の処理温度へ昇温する過程で行なうことにより、全体として熱処時間を短縮することができ、効率良く酸素析出核を成長させることができる。

15 さらにこの場合、前記高温熱処理の処理温度未満の温度で滞留させる工程が、700～900℃の温度範囲で60分以上滞留させる工程であることが好ましい。

20 このように、前記高温熱処理を施す前に700～900℃の温度範囲で60分以上滞留させることによって、前記高温熱処理では消滅するサイズの酸素析出核を消滅しないサイズに確実に成長させることができ、その結果、一本のシリコン単結晶インゴットの各部位からスライスされたウェーハにおけるアニール後のBMD密度のバラツキを緩和することができる。

25 この時、前記700～900℃の温度範囲で60分以上滞留させる工程が、700℃から900℃までの昇温速度を3℃/min以下で行なうことが好ましい。

このように、前記700～900℃の温度範囲で60分以上滞留させる工程が、3℃/min以下の昇温速度で行われることによって、サイズの小さい酸素析出核を十分にかつ効率的に成長させることができる。

そして、本発明によれば、前記製造方法によってシリコン単結晶の各部位にお

ける酸素析出特性のバラツキが緩和された高品質の窒素ドーパアニールウエーハを提供することができる。

以上説明したように、本発明によれば、窒素ドーパしたシリコン単結晶からスライスされ、研磨されたウエーハに、高温熱処理を施す前に、高温熱処理温度未  
5 満の温度で滞留させる工程を行なうことにより、前記高温熱処理では消滅するサイズの酸素析出核を前記高温熱処理では消滅しないサイズに成長させることができる。それにより、シリコン単結晶インゴットの各部位から作製されたウエーハの酸素析出特性のバラツキが緩和され、低窒素濃度のウエーハでも高いBMD密度を有する窒素ドーパアニールウエーハを得ることができる。

10

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、従来のアニールにおけるアニールレシピを示した図である。

図 2 は、本発明のアニールにおけるアニールレシピを示した図である。

図 3 は、本発明のアニールレシピで熱処理を行なったウエーハと従来のアニール  
15 レシピで熱処理を行なったウエーハのBMD密度の比を示した図である。

図 4 は、酸素析出核密度・サイズに対する窒素濃度の影響を示した図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない  
20 。

通常、アルゴンなどを用いて行われる高温アニールでは、ウエーハにスリップ転位が入らないように、低温で熱処理炉内に投入した後、徐々に昇温させて所定の熱処理温度まで温度を上昇させる。このとき、昇温時間がより速い方が、処理時間を短縮させ処理量を向上させることができ、結果として製造コストの低下に  
25 つながる。そのため、熱処理温度までの昇温速度をウエーハにスリップ転位が生じないできる限り高速に設定してアニールを行うことが一般的であった。

図 1 に示すアニールレシピはその一例であり、700℃でウエーハを投入し、1000℃までは昇温速度を5℃/minとし、1000～1200℃は3℃/minの昇温速度というプロセスを用いて、アルゴン雰囲気（アルゴンガス10

0 %) でアニールが行われている。

しかしながら、窒素ドーピングしたシリコン単結晶から得られたウエーハに上記従来のアニールレシピによる高温熱処理を施した場合、同一のシリコン単結晶インゴットからスライスされた鏡面ウエーハを用いているにも関わらず、得られるアニールウエーハのBMD密度に大きなバラツキが存在していた。特に、結晶の肩側に近い直胴部からスライスされたウエーハ（すなわち、低窒素濃度）ほどBMD密度が小さい傾向にあることがわかった。

その原因について調査を行った結果、ウエーハの窒素濃度が低いほど熱処理前に存在する酸素析出核のサイズが小さいため、高温アニールにより溶解して消滅しやすいことがわかった。そこで本発明者らは、高温アニールが行われる温度に到達する前に、サイズの小さい酸素析出核を高温アニールで溶解しないサイズに成長させることができれば、同一の単結晶インゴットの低窒素濃度側（肩部近傍）からスライスされたウエーハであっても、高窒素濃度側（尾部近傍）のウエーハと同レベルのBMD密度が得られることを発想し、鋭意検討を重ねることにより本発明を完成するに至った。

すなわち、窒素ドーピングしたシリコン単結晶インゴットからスライスされ、研磨されたウエーハに、アルゴン、水素またはこれらの混合ガス雰囲気中で1100℃～1350℃の高温熱処理を施す前に、高温熱処理温度未満の低温領域である程度の時間滞留させる工程を行うことにより、従来の高温熱処理温度では消滅してしまうサイズの酸素析出核を従来の高温熱処理温度では消滅しないサイズにまで成長させ、その後高温熱処理を行うようにすれば良い。このように低温領域で酸素析出核を成長させることによって、インゴットの低窒素濃度側（肩部近傍）からスライスされたウエーハに高温熱処理を施しても、ウエーハ中の酸素析出核が溶解することなく残存させることができ、その結果、インゴットのどの位置から切り出されたウエーハであっても、BMD密度が一様な窒素ドーピングアニールウエーハを得ることができる。

この時、高温熱処理温度未満の低温領域で滞留させる工程を高温熱処理温度への昇温過程中进行うことによって、全体として熱処理時間を短縮することができる。それにより、ウエーハのアニール処理量を増加させ、製造コストの低下にも



つながる。

以下、本発明の具体的な態様について図面を参照しながら詳述する。

まずCZ法により、窒素ドーピングしたシリコン単結晶インゴットを育成したところ、肩部と尾部近傍で窒素濃度比が5倍あるシリコン単結晶インゴットを得た。

- 5 この窒素ドーピングしたシリコン単結晶をスライスし、研磨してインゴットの各部位における鏡面ウエーハを作製し、それぞれのウエーハに高温熱処理を施す前に、高温熱処理温度未満の低温領域で滞留させる工程、より具体的に説明すると、700～900℃の低温領域での昇温速度を従来の5℃/minから2℃/minまで減少させたアニールレシピ（図2）によるアルゴン雰囲気でのアニールを施した。その後、それらのウエーハに対して、析出熱処理を施してBMD密度を測定した。

図1のアニールレシピ（従来のアニールレシピ）で熱処理を行なったウエーハのBMD密度に対して、図2のアニールレシピ（本発明のアニールレシピ）で熱処理を行なったウエーハのBMD密度の比（図2／図1）を図3に示す。

- 15 この結果より、従来のアニールレシピにより熱処理が施されたアニールウエーハと、本発明により製造したアニールウエーハでは、BMD密度が大きく異なることが確認できた。特に、窒素濃度が $1.0 \times 10^{14} / \text{cm}^3$ 未満の低窒素濃度のウエーハにおいて、昇温速度の影響が大きく、高窒素濃度では、あまりBMD密度が変化しないことも確認できた。熱処理をアルゴンガスと水素ガスの混合ガス雰囲気、または水素ガス100%雰囲気で行っても、同一傾向の結果が得られた。

- 25 このことは、図4に示すように、アニールを行うことによって成長する酸素析出核のサイズについて考察することにより説明できる。すなわち、本発明のアニールレシピに示したように、700～900℃の低温領域で昇温速度を遅くすることによって、この温度帯での滞留時間が長くなる。その結果、サイズの小さい酸素析出核を成長させることができるため、低窒素濃度（ $10^{13} / \text{cm}^3$ 以下）のウエーハでも、成長した析出核がその後に行われる高温熱処理によって溶解せずに、残留する酸素析出核の密度が増加する。それに対して高窒素濃度（ $1 \times 10^{14} / \text{cm}^3$ 以上）のウエーハでは、従来のアニールレシピにおける熱処

理を行っても、殆どの酸素析出核が溶解しない大きいサイズの核であったため、本発明のアニールレシピに変更しても、さほどBMD密度の増加がなかったと考えられる。

尚、高温熱処理温度未満の温度で滞留させる工程は、上記のように昇温速度を  
5  $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ にする方法に限られるものではなく、 $1100\sim 1350^{\circ}\text{C}$ の高温熱処理で消滅するサイズの酸素析出核を予め消滅しないサイズに十分成長させることができる工程であればどのような方法であっても良い。例えば、高温熱処理温度未満の温度で滞留させる工程として、 $700\sim 900^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で60分以上滞留する工程をある一定温度で所定時間保持した後に、再度昇温して高温熱  
10 処理を施す二段階熱処理としても良い。温度範囲についても、析出核を成長させるためには $700\sim 900^{\circ}\text{C}$ が好適であるが、厳密に $700\sim 900^{\circ}\text{C}$ に限定されるものではなく、析出核を成長できる温度であれば良い。

また、 $700\sim 900^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で滞留する工程において、昇温速度を遅く、また滞留時間を長くした方が酸素析出核をより成長させることができる。しか  
15 し、あまりに昇温速度を遅く、滞留時間を長くしても、アニール処理時間の増加による生産性の低下とコスト高を招くし、酸素析出核の成長には十分であるので、昇温速度は $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 以上、また滞留時間は200分以下とするのが望ましい。

20 以下、実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

#### (実施例1)

直径24インチ(600mm)の石英ルツボに原料多結晶シリコンを120kg  
25 gチャージし、直径200mmのシリコン単結晶を120cm程度引上げた。窒素ドープは、窒化膜付きシリコンウエーハを原料中に所定量投入することにより行った。単結晶インゴットの肩部近傍での窒素濃度は計算上 $2.0 \times 10^{13} [\text{}/\text{cm}^3]$ であり、直胴部の後半での窒素濃度は最大で $10.0 \times 10^{13} [\text{}/\text{cm}^3]$ と算出された。この単結晶インゴットから、ウエーハをスライスし、ラッ

ピング、面取り、研磨を施して鏡面ウエーハを作製した。その後、単結晶インゴットの肩部近傍、直胴部中央、直胴部の下端（尾部近傍）からスライスして得られた鏡面ウエーハについて、700～900℃の昇温速度を2℃/minとして100分間滞留させた後、アルゴン雰囲気中で1200℃、1時間のアニールを施した。インゴットの各部位から得られた窒素ドーブアニールウエーハに対して、800℃で4時間+1000℃で16時間の標準的な酸素析出熱処理を施して酸素析出物を検出可能なサイズに成長させた後、バイオラッド社製OPPを用いてBMD密度の測定を行った。

#### 10 (実施例2)

実施例1と同様の方法で単結晶インゴットを育成し、該単結晶インゴットの肩部近傍、直胴部中央、直胴部の尾部近傍からウエーハをスライスし、研磨を行い鏡面ウエーハを作製した。得られた鏡面ウエーハについて、700～900℃の昇温速度を3℃/minとして67分間滞留させた後、アルゴン雰囲気中で1200℃、1時間のアニールを施した。その後、得られた窒素ドーブアニールウエーハに対して、実施例1と同様の酸素析出熱処理を施して、BMD密度を測定した。

#### (比較例1)

20 実施例1と同様の方法で単結晶インゴットを育成し、該単結晶インゴットの肩部近傍、直胴部中央、直胴部の尾部近傍からウエーハをスライスし、研磨を行い鏡面ウエーハを作製した。得られた鏡面ウエーハについて、700～900℃の昇温速度5℃/minで昇温した後（滞留時間40分）、アルゴン雰囲気中で1200℃、1時間のアニールを施した。その後、得られた窒素ドーブアニールウエーハに対して、実施例1と同様の酸素析出熱処理を施して、BMD密度を測定した。

実施例1、2及び比較例1において、単結晶インゴットの各部位から得られた窒素ドーブアニールウエーハのBMD密度を測定した結果を表1に示す。

(表 1)

700～900℃ の昇温速度	直胴部の 肩部近傍	直胴部中央	直胴部の 尾部近傍
(実施例1) 2℃/min	$4.0 \times 10^9$ [ / cm <sup>3</sup> ]	$4.0 \times 10^9$ [ / cm <sup>3</sup> ]	$3.0 \times 10^9$ [ / cm <sup>3</sup> ]
(実施例2) 3℃/min	$1.0 \times 10^9$ [ / cm <sup>3</sup> ]	$2.0 \times 10^9$ [ / cm <sup>3</sup> ]	$3.0 \times 10^9$ [ / cm <sup>3</sup> ]
(比較例1) 5℃/min	$0.8 \times 10^9$ [ / cm <sup>3</sup> ]	$1.0 \times 10^9$ [ / cm <sup>3</sup> ]	$3.0 \times 10^9$ [ / cm <sup>3</sup> ]

5 表1に示した測定結果より、3℃/min以下の昇温速度であれば、結晶部位に対するBMD密度のばらつきは十分に緩和されていることが分かる。さらに、昇温速度を低速化することによって、肩近傍のBMD密度が十分に増加していることが分かる。

10 なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は単なる例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

15 例えば、上記実施例では高温熱処理の雰囲気をアルゴンとする場合を例に挙げたが、本発明は水素あるいは水素とアルゴンの混合雰囲気中で高温熱処理する場合にも、全く同様に適用できる。

## 請 求 の 範 囲

1. 窒素ドーパアニールウエーハの製造方法であって、少なくとも窒素ドーパしたシリコン単結晶からスライスされ、研磨されたウエーハに、アルゴン、水素  
5 またはこれらの混合ガス雰囲気中で1100～1350℃の高温熱処理を施す前に、前記高温熱処理の処理温度未満の温度で滞留させる工程を行なうことにより、前記高温熱処理では消滅するサイズの酸素析出核を前記高温熱処理では消滅しないサイズに成長させ、その後前記高温熱処理を行うことを特徴とする窒素ドーパアニールウエーハの製造方法。

10

2. 前記高温熱処理の処理温度未満の温度で滞留させる工程を、前記高温熱処理の処理温度へ昇温する過程で行なうことを特徴とする請求項1に記載された窒素ドーパアニールウエーハの製造方法。

15 3. 前記高温熱処理の処理温度未満の温度で滞留させる工程が、700～900℃の温度範囲で60分以上滞留させる工程であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載された窒素ドーパアニールウエーハの製造方法。

20 4. 前記700～900℃の温度範囲で60分以上滞留させる工程が、700℃から900℃までの昇温速度を3℃/min以下で行なう工程であることを特徴とする請求項3に記載された窒素ドーパアニールウエーハの製造方法。

5. 請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の方法で製造された窒素ドーパアニールウエーハ。

25

1 / 4

図 1

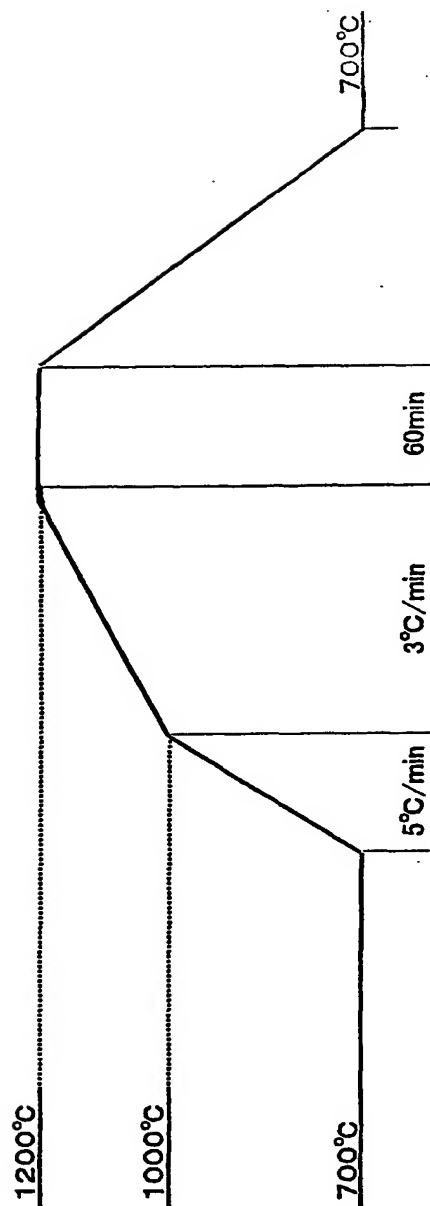
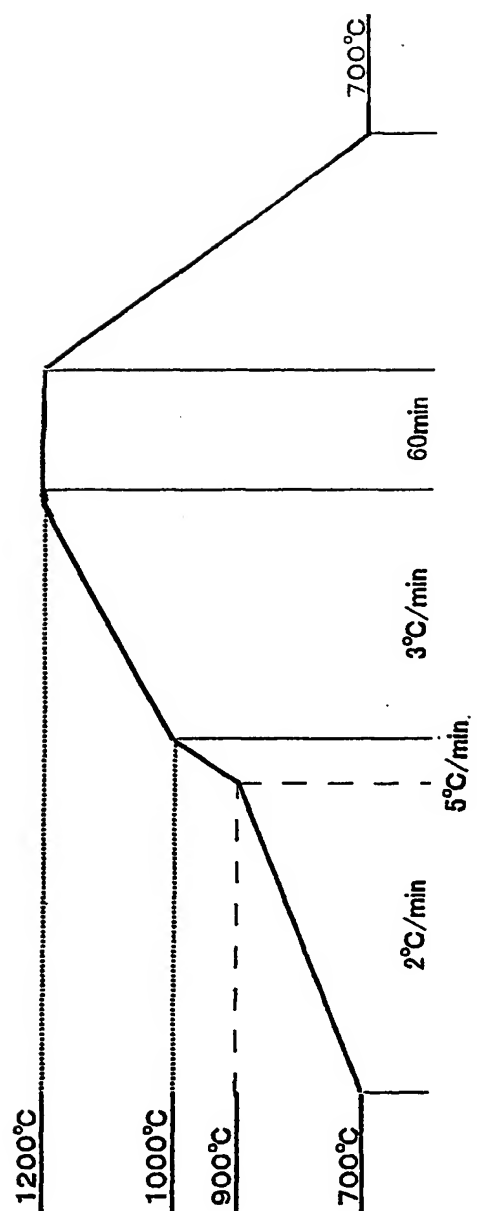
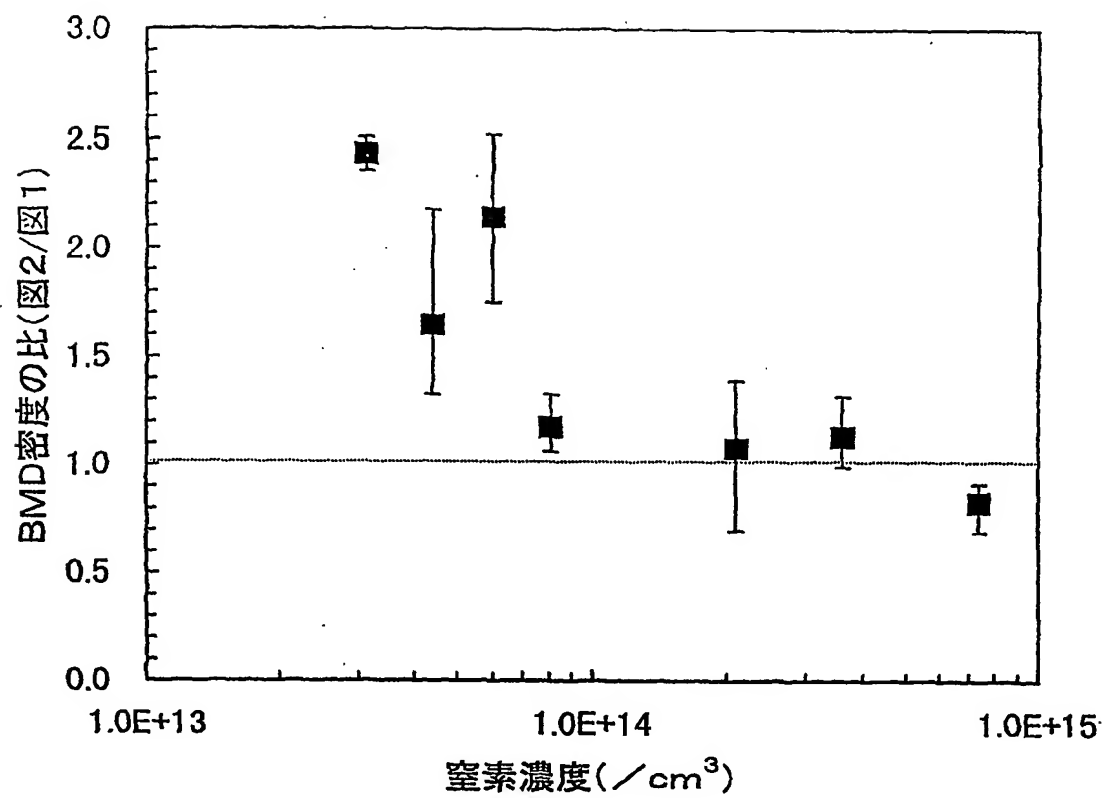


図 2



3 / 4

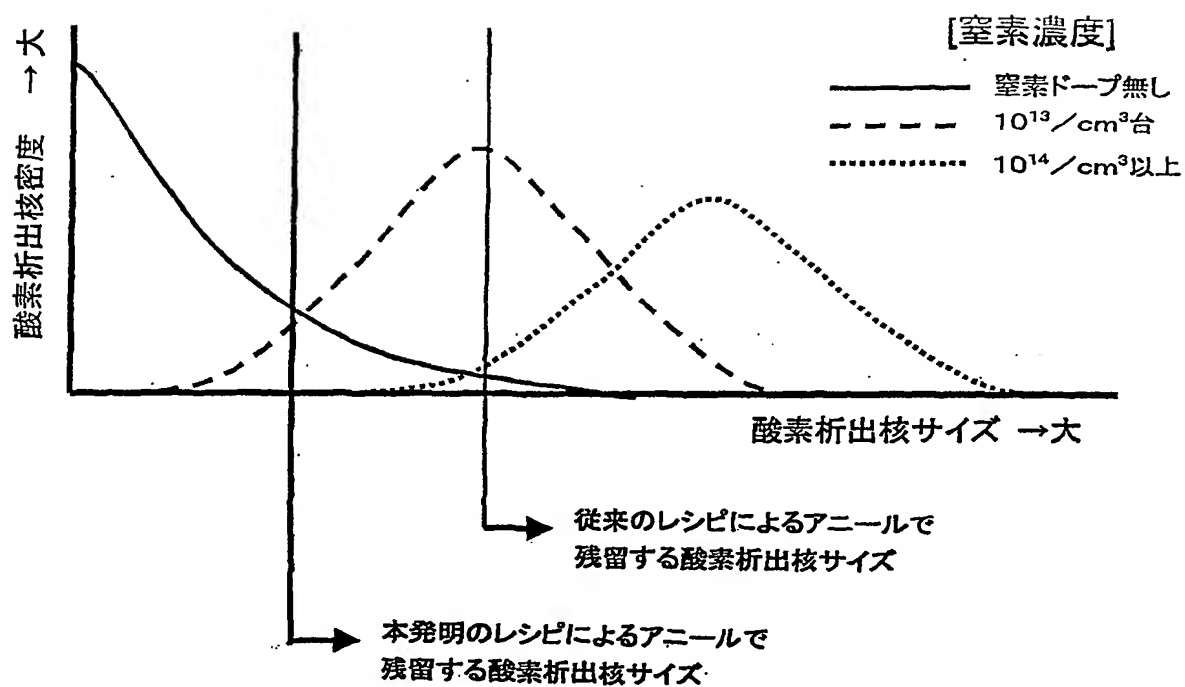
図 3





4 / 4

図 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/04940

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/322

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/26-21/268, H01L21/322-21/326, C30B1/00-35/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 954018 A1 (Sumitomo Metal Industries Ltd.), 03 November, 1999 (03.11.99), Full text; Figs. 1 to 8 & JP 10-223641 A Full text; Figs. 1 to 8 & WO 98/25299 A1 & US 6277193 B1 & KR 2000057350 A	1-5
Y	JP 2001-64095 A (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 13 March, 2001 (13.03.01), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-5
Y	JP 58-87833 A (Hitachi, Ltd.), 25 May, 1983 (25.05.83), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	4, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
25 July, 2002 (25.07.02)Date of mailing of the international search report  
06 August, 2002 (06.08.02)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/04940

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-139396 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 22 May, 2001 (22.05.01), Full text; Figs. 1 to 9 & WO 01/36718 A1 & EP 1170404 A1 & KR 2001102971 A	1-5
A	JP 11 189493 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 13 July, 1999 (13.07.99), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-5
A	Katsuhiko NAKAI et al., "Oxygen precipitation in nitrogen-doped Czochralski-grown silicon crystals", J. Appl. Phys., Vol.89, No.8, 2001. 04, pages 4301 to 4309	1-5
A	F. SHIMURA et al., "Nitrogen effect on oxygen precipitation in Czochralski silicon", Appl. Phys. Lett, Vol.48, No.3, 1986. 01, pages 224 to 226	1-5

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/322

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/26-21/268, H01L21/322-21/326,  
C30B1/00-35/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP 954018 A1 (Sumitomo Metal Industries Limited) 1999. 11. 03 全文, 第1-8図 & JP 10-223641 A 全文, 第1-8図 & WO 98/25299 A1 & US 6277193 B1 & KR 2000057350 A	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 07. 02

国際調査報告の発送日

06.08.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

萩原 周治

4 L

9835

電話番号 03-3581-1101 内線 3496

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-64095 A (コマツ電子金属株式会社) 2001. 03. 13 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 58-87833 A (株式会社日立製作所) 1983. 05. 25 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	4, 5
A	JP 2001-139396 A (信越半導体株式会社) 2001. 05. 22 全文, 第1-9図 & WO 01/36718 A1 & EP 1170404 A1 & KR 2001102971 A	1-5
A	JP 11-189493 A (住友金属工業株式会社) 1999. 07. 13 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1-5
A	Katsuhiko Nakai, et. al., "Oxygen precipitation in nitrogen-doped Czochralski-grown silicon crystals", J. Appl. Phys, VOL. 89, NO. 8, 2001. 04, pp. 4301-4309	1-5
A	F. Shimura, et. al., "Nitrogen effect on oxygen precipitation in Czochralski silicon", Appl. Phys. Lett, VOL. 48, NO. 3, 1986. 01, pp. 224-226	1-5